

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

S4 1 AN="9084090"

?t 4/5/1

4/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06000544 **Image available**

FOCUS CONTROLLER, ITS METHOD AND OPTICAL DISK DEVICE

PUB. NO.: 10-283644 [JP 10283644 A]

PUBLISHED: October 23, 1998 (19981023)

INVENTOR(s): ICHIMURA ISAO

MAEDA FUMISADA

YAMAMOTO KENJI

OSATO KIYOSHI

WATANABE TOSHIO

APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 09-084090 [JP 9784090]

FILED: April 02, 1997 (19970402)

INTL CLASS: [6] G11B-007/09

JAPIO CLASS: 42.5 (ELECTRONICS -- Equipment)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R102 (APPLIED ELECTRONICS -- Video Disk
Recorders, VDR); R138 (APPLIED ELECTRONICS -- Vertical
Magnetic & Photomagnetic Recording)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To always keep focusing errors in an operation within a permitted limit by optimizing the residual focusing error (offset) amount of an optical system using an objective lens having a high numerical aperture.

SOLUTION: The reproduced RF signal read out from an optical disk 10 to be rotatingly driven by a spindle motor 20 by an optical system 100 is amplified in an RF amplifying part 30 and its amplitude of the signal is detected in an amplitude detecting part 40. The detected amplitude is transmitted to a control part 50, which transmits a control signal based on the amplitude. Besides, a focusing error detecting part 60 applies a prescribed operation to the output of the photodetector of the optical system 100 for detecting a reflected light from the optical disk 10 to generate an error signal for performing the focus control of the system 100. Then, an adjustment 70 returns a controlled variable for performing the focus control of the optical pickup of the system 100 based on the error signal from the focusing error detecting part 60 and the control signal from the control part 50.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-283644

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G 1 1 B 7/09

G 1 1 B 7/09

B

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-84090

(22) 出願日 平成9年(1997)4月2日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 市村 功

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 前田 史貞

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 山本 健二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

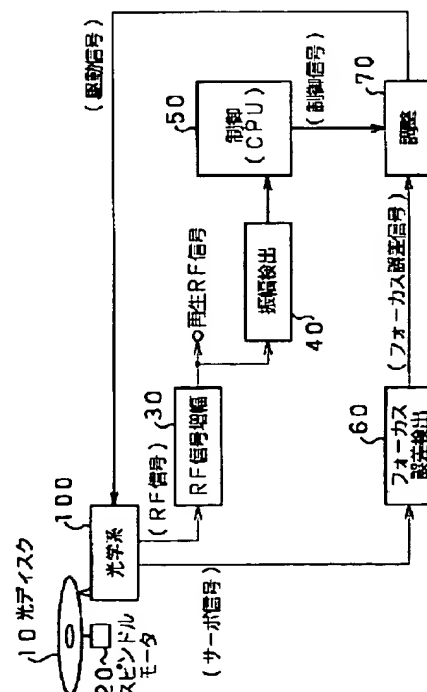
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点制御装置および方法、光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 高開口数の対物レンズを用いた光学系の残留焦点誤差（オフセット）量を最適化して、動作中の焦点誤差を常に許容範囲内に収める。

【解決手段】 光学系100によりスピンドルモータ20に回転駆動される光ディスク10から読み出された再生RF信号は、RF信号増幅部30で増幅され、振幅検出部40でその振幅が検出される。検出された振幅は制御部50に送られる。制御部50はこの振幅に基づいて調整部70に制御信号を送る。一方、フォーカス誤差検出部60は、光ディスク10からの反射光を検出するための光学系100の光検出器出力に所定の演算を施し、光学系100の焦点制御を行うための誤差信号を発生する。そして、調整部70は、フォーカス誤差検出部60からの誤差信号と制御部50からの制御信号に基づいて、光学系100の光学ピックアップの焦点制御を行うための制御量を光学系100に戻す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを収束して記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する焦点制御装置において、光ビームを収束する開口数が0.6を超える非球面2群対物レンズと、

上記対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御手段と、上記合焦制御された光ビームの焦点と上記記録媒体の信号記録面とのオフセット量を上記記録媒体から再生される信号に応じて調整するオフセット調整手段とを備えることを特徴とする焦点制御装置。

【請求項2】 上記合焦制御手段は、非点収差法を用いることを特徴とする請求項1記載の焦点制御装置。

【請求項3】 上記オフセット調整手段は、上記対物レンズを光軸方向の所定の範囲内で周期的に移動させて、その範囲の両端における記録媒体からの再生信号の各振幅に応じて上記オフセット量を調整することを特徴とする請求項1記載の焦点制御装置。

【請求項4】 上記対物レンズは、正弦波状に移動することを特徴とする請求項3記載の焦点制御装置。

【請求項5】 光ビームを対物レンズで収束して記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する焦点制御方法において、

対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御工程と、上記対物レンズを光軸方向の所定の範囲内で周期的に移動させて、その範囲の両端における記録媒体からの再生信号の各振幅を検出し、検出された再生信号の各振幅の差に応じて上記対物レンズにより収束される光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を調整するオフセット調整工程とを有することを特徴とする焦点制御方法。

【請求項6】 上記対物レンズは、開口数が0.6を超える非球面2群対物レンズであることを特徴とする請求項5記載の焦点調整方法。

【請求項7】 上記合焦制御工程では、非点収差法を用いることを特徴とする請求項5記載の焦点制御方法。

【請求項8】 上記オフセット調整工程において、対物レンズが正弦波状に移動することを特徴とする請求項5記載の焦点制御方法。

【請求項9】 上記再生信号振幅検出工程とオフセット調整工程とが複数回繰り返して行われることを特徴とする請求項5記載の焦点制御方法。

【請求項10】 収束された光ビームを光ディスクの信号記録面に照射して信号を記録再生する光ディスク装置において、

光ビームを収束する開口数が0.6を超える非球面2群対物レンズと、

上記対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御手段と、

上記合焦制御された光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を上記記録媒体から再生される信号に応じて調整するオフセット調整手段とを備えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項11】 上記合焦制御手段は、非点収差法を用いることを特徴とする請求項10記載の光ディスク装置。

【請求項12】 上記オフセット調整手段は、上記対物レンズを光軸方向の所定の範囲内で周期的に移動させて、その範囲の両端における記録媒体からの再生信号の各振幅に応じて上記オフセット量を調整することを特徴とする請求項10記載の光ディスク装置。

【請求項13】 上記対物レンズは、正弦波状に移動することを特徴とする請求項12記載の光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ビームを収束して記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する焦点制御装置および焦点制御方法、収束された光ビームを光ディスクの信号記録面に照射して信号を記録再生する光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】収束された光ビームを光ディスクの信号記録面に照射して信号を記録再生する光ディスク装置では、光ディスクからの反射光を光学系で集光し、その合焦状態を検出することにより焦点制御を行うフォーカスサーボが用いられている。合焦状態の検出方法としては、非点収差法やナイフエッジ法が代表的である。

【0003】非点収差法は、円筒レンズなどの非点収差を発生する光学素子により光ビームに非点収差を発生させ、光ディスクの信号記録面が焦点面からずれると反射された光ビームの断面形状が円形から楕円形に変化することを利用して焦点誤差を検出するものである。また、ナイフエッジ法は、光ディスクで反射された収束光の光路幅にナイフエッジを配置して、光ディスクの信号記録面が焦点面からずれると光点像が受光素子を移動することを検出して焦点誤差を検出するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、0.6を超える高開口数の対物レンズを用いる光学系では、その焦点深度が浅くなるため、フォーカスサーボに許容される焦点誤差（デフォーカス許容値）が極めて小さくなる。対物レンズの焦点深度は $(\lambda/NA)^2$ で与えられるため、例えば、光学系100（レーザ光の波長 $\lambda=640\text{nm}$ 、対物レンズの開口数 $NA=0.8$ ）の焦点深度は、コンパクトディスク（CD）用の光学系（ $\lambda=780\text{nm}$ 、 $NA=0.45$ ）の焦点深度に対して約1/5と大幅に減少してしまう。このため、フォーカスサーボにより合焦制御される光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのずれ量の定常偏差である残留焦点誤差（オフ

セット)量を最適化して、動作中の焦点誤差を常に許容範囲内に収める制御が必要になる。

【0005】また、高記録密度化を図るために、グループ(Groove)と呼ばれる案内溝の部分とランド(Land)部の両方を用いたり、2層以上の記録層を用いて信号を記録再生する光ディスクでは、より精密な焦点制御が必要とされる。

【0006】フォーカスサーボのオフセット量を決める要素の一つは、光学系の組立誤差である。そこで従来は、光学ピックアップの組み立て時にオフセット量を粗調整しておき、フォーカスサーボにより焦点残留誤差を許容値以下に抑えていた。このため、高開口数の対物レンズを用いる従来の光学ピックアップでは、ゲインおよび帯域に余裕がある強力な2軸アクチュエータを用いなければならなかった。

【0007】例えば、回転駆動される光ディスクの面振れ量が $\pm 40\mu\text{m}$ であり、その基本周波数が回転に同期して60Hzであるとする。このとき、オフセット量を許容値に対して十分小さく抑えるためには、上記の基本周波数において40~50dBものサーボゲインが必要になる。

【0008】しかし、このような強力な2軸アクチュエータを用いる焦点制御には、光学ピックアップのサイズや消費電力が大きくなるという問題がある。また、前述したグループ部とランド部との両方を用いたり、2層以上の記録層を用いて信号を記録再生する光ディスクでは、最適なフォーカスサーボのオフセット量が同一のディスク上の記録位置により異なるという問題も生じる。

【0009】本発明は、このような問題を解決するために行われたものであり、0.6以上の高開口数の対物レンズを用いる光学系において、従来の対物レンズ移動用アクチュエータを用いてフォーカスサーボのオフセット量を最適値に自動調整する焦点制御装置および焦点制御方法を提供することを目的とする。さらに、上記の焦点制御方法を適用して、通常のROMディスクの再生はもちろん、グループ部またはランド部に信号を記録する光ディスクの記録再生、およびランド部とグループ部の両方に信号を記録する高記録密度の光ディスクの記録再生を行うことができる光ディスク装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために提案する本発明の焦点制御装置は、光ビームを収束して記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する焦点制御装置において、光ビームを収束する開口数が0.6を超える非球面2群対物レンズと、上記対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御手段と、上記合焦制御された光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を上記記録媒体から再生される信号に応じて調整す

るオフセット調整手段とを備えることを特徴とするものである。

【0011】上記の課題を解決するために提案する本発明の焦点制御方法は、光ビームを対物レンズで収束して記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する焦点制御方法において、対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御工程と、上記対物レンズを光軸方向の所定の範囲内で周期的に移動させて、その範囲の両端における記録媒体からの再生信号の各振幅を検出する再生信号振幅検出工程と、上記検出された各振幅の差に応じて上記対物レンズにより収束される光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を調整するオフセット調整工程とを有することを特徴とするものである。

【0012】また、上記の課題を解決するために提案する本発明の光ディスク装置は、収束された光ビームを光ディスクの信号記録面に照射して信号を記録再生する光ディスク装置において、光ビームを収束する開口数が0.6を超える非球面2群対物レンズと、上記対物レンズにより収束される光ビームを記録媒体の信号記録面で合焦するように制御する合焦制御手段と、上記合焦制御された光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を上記記録媒体から再生される信号に応じて調整するオフセット調整手段とを備えることを特徴とするものである。

【0013】上記の焦点制御装置、焦点制御方法によれば、高開口数の対物レンズを用いる光学系において、従来の対物レンズ移動用アクチュエータを用いてフォーカスサーボのオフセット量を最適値に自動調整できる。また、上記の光ディスク装置によれば、ランド部とグループ部の両方に信号を記録したり、2層以上の記録層に信号を記録する高記録密度の光ディスクの記録再生を行うことができる光ディスク装置を提供できる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の焦点制御装置、焦点制御方法および光ディスク装置の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0015】図1は、本発明の光ディスク装置において、上記の光ビームの焦点制御を行いながら信号を再生するための部分の基本的な構成を示すブロック図である。

【0016】光ディスク10は、スピンドルモータ20により回転駆動されながら光学系100により信号が記録再生される記録媒体である。この光ディスク10は、具体的には、CD-ROMなどの読出専用の光ディスクや、グループ部とランド部のいずれか一方のみに信号を記録する光ディスク、ランド部とグループ部の両方に信号を記録する光ディスクなどである。

【0017】光学系100は、光ディスク10から信号を読み出して再生RF信号を出力するための再生系と、

光ディスク10が記録可能な記録媒体である場合には信号を記録するための記録系から構成される。通常は、これらが一体に構成された光学ピックアップとされる。

【0018】また、光学系100は、光ディスク10に照射されるレーザ光の焦点制御を行うためのフォーカス誤差信号や、位置制御を行うためのトラッキング誤差信号も出力する。なお、この光学系100については具体的に後述する。

【0019】RF信号増幅部30は、光学系100により読み出された再生RF信号を所定のレベルに増幅するためのものである。このRF信号増幅部30からの出力は再生RF信号として図示していない後段の信号系に供給されると共に、光学系100の焦点制御を行うための信号として振幅検出部40にも供給される。

【0020】振幅検出部40は、RF信号増幅部30で増幅された再生RF信号の振幅を検出するためのものである。この振幅検出部40の出力は制御部50に送られる。

【0021】制御部50は、サーボ信号に基づいて光学系100の焦点制御を行うとともに、振幅検出部40からの出力に基づいてフォーカスサーボのオフセット調整を行うためのものであり、調整部70に制御信号を送る。この制御部50は、例えば、光ディスク装置全体の動作を制御するためのCPUの一部として構成される。

【0022】上記のRF信号増幅部30、振幅検出部40、制御部50は、後述の合焦制御手段による残留焦点誤差（オフセット）量を最適値に調整するためのオフセット調整手段を構成している。

【0023】フォーカス誤差検出部60は、光学系100内の、光ディスク10からの反射光を検出する光検出器からの出力に所定の演算を施し、光学系100の焦点制御を行うためのフォーカス誤差信号を発生するためのものである。

【0024】調整部70は、フォーカス誤差検出部60からのフォーカス誤差信号に基づいて、光学系100の光学ピックアップの焦点制御を行うための制御量を、対物レンズを移動させるアクチュエータの駆動信号として光学系100に戻すためのものである。光学系100では、この制御量に応じて光学ピックアップのレンズを位置制御して焦点制御を行う。

【0025】上記のフォーカス誤差検出部60と調整部70がこの光ディスク装置の合焦制御手段を構成している。

【0026】図2は、上述した光学系100の具体的な構成例を示している。この構成例では、光ディスク10が記録可能な光磁気ディスクである場合を想定して記録用磁気ヘッド101を備えているが、他の各部は、相変換型光ディスク、追記型光ディスク、読み出し専用の光ディスクなどの種々の光ディスクにも共通に用いられるものである。

【0027】LD（レーザダイオード）110は、光ディスク10に記録されている信号を読み出すためのレーザ光源であり、ここでは発振波長が640nmのものをを用いている。なお、使用するレーザ光の波長は、必要に応じて選択されるものである。LD110から出射したレーザ光は、コリメータレンズ111、回折格子112、ビームスプリッタ113を介し、対物レンズ106、先玉レンズ104で収束されて光ディスク10に照射される。また、光ディスク10が記録可能な光ディスクである場合には、このLD100からのレーザ光により信号の記録が行われる。

【0028】一方、光ディスク10からの反射光は、そのp偏光成分の一部（例えば30%程度）とs偏光成分の全部が、ビームスプリッタ113によりビームスプリッタ116以降の再生信号光路に導かれる。そして、ビームスプリッタ116からの光の一部は、レンズ117、118を介してサーボ信号用PD（フォトダイオード）119に導かれる。

【0029】サーボ信号用フォトダイオード119は、受光面が4つの素子（A、B、C、D）に分割されており、各素子は受光強度に応じた信号をそれぞれ出力するものである。このサーボ信号用フォトダイオード119と、その出力信号を用いて誤差信号を得る方法については後述する。

【0030】また、ビームスプリッタ116からの光の大部分は、1/2波長板120を介して偏光ビームスプリッタ121に導かれる。そして偏光ビームスプリッタ120により2つに偏光分離された光は、レンズ122、123およびレンズ125、126を介してRF信号用フォトダイオード124および127でそれぞれ検出されてRF信号となる。そして、フォトダイオード124および127からの2つのRF出力を差動増幅したものがRF再生信号となる。

【0031】APC（Automatic Power Control）用フォトダイオード115は、レーザダイオード110から出力されるレーザ光の強度をモニタするためのものであり、ビームスプリッタ113で分離されたレーザダイオード110からの光の一部がレンズ114で収束されて入射する。そして、この入射光の強度が一定になるように光ディスク10上でのレーザ光の強度が制御される。

【0032】記録用磁気ヘッド101は、光ディスク10が記録可能な光磁気ディスクである場合に、信号を記録するためのものである。信号の記録時には、レーザダイオード110からのレーザ光により記録膜の一部を加熱して保磁力を低下させて、記録用磁気ヘッド101からの磁界により磁気記録を行う。ここでは、レーザダイオード110からのレーザ光を変調して記録する光変調方式を想定しているが、記録用磁気ヘッドから印加される磁界を変調して記録する磁界変調方式を用いることもできる。

【0033】図3は、光学系100の、レーザダイオード110からのレーザ光を収束して光ディスク10の信号記録面で合焦させる対物レンズの詳細を示している。単レンズで得られる最大の開口数は0.6~0.7程度であることから、光学系100では、先玉レンズ104と対物レンズ106とから構成される2群レンズを用いている。この2群レンズは、開口数が0.6を超える高開口数の2群対物レンズとして非球面2群レンズを用いた光ディスク光学系用対物レンズユニットとして構成されている。

【0034】先玉レンズ104は、対物レンズ106と光ディスク10との間に配置され、従来から用いられている2軸電磁アクチュエータ107と一体化されたレンズホルダ105に搭載された第1のレンズである。また、対物レンズ106は、上記の2軸アクチュエータ107に搭載された第2のレンズであり、本実施の形態で使用されるものの開口数は約0.45である。

【0035】この第1のレンズである先玉レンズ104は、第2のレンズである対物レンズ106と対をなして2群対物レンズを構成する。先玉レンズ104と対物レンズ106とから構成される2群レンズは、対物レンズ106からの収束光が先玉レンズ104に入射する際に生じるパワー（光を曲げる力）により、入射光の開口数に対して約1.8の倍率が掛かるため、このレンズユニット全体の開口数は約0.8になる。

【0036】この光学系100において、先玉レンズ104と対物レンズ106から構成される2群レンズは、2軸アクチュエータ107に一体化されて搭載されているため、従来の光ディスク装置に用いられている焦点制御やトラック制御などをそのまま応用することが可能である。

【0037】また、高開口数の対物レンズを用いて光学系を構成した場合には、光ディスクの基板の厚さが従来通り（例えば0.6mm）であると、光ディスクの傾き

$$FE = (A + C) - (B + D)$$

この誤差信号FEは、例えば、光ディスクが合焦位置よりも離れているときには正の値になり、合焦位置よりも近づいているときには負の値になる、いわゆるS字曲線を描く。したがって、従来の光ディスク装置では、この誤差信号FEの値が零になるように対物レンズの光軸方向の位置を連続的に制御してフォーカスサーボを実現している。なお、この誤差信号FEを用いた制御については後述する。

【0043】図5は、上述したサーボ信号用フォトダイオード119から得られるサーボ信号を用いて光学系100の合焦制御を行うための信号を示している。

【0044】図5(a)は、フォトダイオード119の各受光素子からの出力に対して、(1)式の演算を施して得られるフォーカス誤差信号FEを示している。この誤差信号FEは、前述したように、例えば、光ディスク

により生じるコマ収差に対する許容度が著しく低下してしまう。このため、開口数が0.6を超える2群対物レンズを用いて光ディスクに信号を記録再生するためには、光ディスク基板（カバーガラス）の厚さを従来の0.6mmよりも薄くしなければならない。特に、本実施の形態のように、対物レンズの開口数が0.8程度になると、光ディスク基板をより薄くする必要が生じてくる。

【0038】具体的には、本実施の形態における光ディスク10のカバーガラス10c厚さは0.1mmである。また、高開口数の2群レンズでは、一般に対物レンズの作動距離（Working Distance; WD）が小さくなるため、本実施の形態では、エアギャップ103が約100μmと極めて狭くなっている。

【0039】図4は、光学系100のサーボ信号用フォトダイオード119の受光面の代表的な構成を模式的に示している。このフォトダイオード119は、前述した非点収差法により、光ディスク10からの反射光を受光して焦点誤差を検出するためのものである。

【0040】フォトダイオード119の受光面は、4つの受光素子（A, B, C, D）に分割されており、各受光素子は受光強度に応じた信号をそれぞれ出力する。そして、フォーカス誤差検出部60で、上記の4つの受光素子からの各出力信号に対して簡単な演算を施すことにより、焦点誤差に対応する誤差信号を得ることができる。

【0041】具体的には、上記の4つの受光素子のうちの素子Aからの出力をA、素子Bからの出力をB、素子Cからの出力をC、素子Dからの出力をDとすると、光ディスクに照射された光ビームの焦点誤差を示す誤差信号FEは、次の(1)式で与えられる。なお、これらの各出力は、各受光素子からの出力電流に対して電流-電圧変換を施して得る電圧である。

【0042】

$$(1)$$

10が合焦位置よりも遠いときには正の値になり、光ディスクが合焦位置よりも近いときには負の値になるS字型の連続波形（いわゆるS字曲線）を描く。なお、誤差信号FEの極性は、上記の極性とは逆にすることもできる。

【0045】図5(b)は、上記のフォトダイオード119からの出力A、出力B、出力C、出力Dを全て加算した信号である検出器和信号SUMを示している。

【0046】また、図5(c)は、誤差信号FEが存在し、かつ検出器和信号SUMが予め設定された値（検出レベル）以上であるときに合焦状態を示す信号として出力される合焦ゲート信号を示している。合焦制御手段は、この合焦ゲート信号を検出するとサーボループを閉じて引き込み動作を行うことにより焦点制御を行う。

【0047】次に、本発明の焦点制御方法および光ディ

スク装置について説明する。

【0048】以下では、まず本発明の光ディスク装置の具体的な実施の形態について示し、その光ディスク装置の構成を参照しながら本発明の焦点制御方法の実施の形態を説明する。

【0049】図6は、図5に示した合焦制御用の信号を用いて、合焦制御およびフォーカスサーボのオフセット調整を行う、本発明の光ディスク装置の一構成例を示すブロック図である。なお、図1に示した各部と同一の構成を有する部分については、図6においても同一の指示符号を付して説明を省略する。

【0050】光学系100により光ディスク10から読み出された再生RF信号は、RF信号ヘッドアンプ31とサーボアンプ61に入力される。

【0051】RF信号ヘッドアンプ31は、光学系100からの再生RF信号を、後段で処理するために必要な所定のレベルに増幅するものである。ここで増幅された再生RF信号は、図示していない後段の信号系に供給されると共に、光学系100の焦点制御を行うための信号としてエンベロープ検出部41にも供給される。

【0052】エンベロープ検出部41は、RF信号ヘッドアンプ31で増幅された再生RF信号に対してエンベロープ検波を行い、その振幅を検出するためのものである。このエンベロープ検出部41の出力はCPU50に送られる。

【0053】CPU50は、光ディスク装置全体の動作を制御するための制御部であり、光学系100の焦点制御を行うための機能も備えている。エンベロープ検出部41からの出力は、CPU50のA/D変換部でA/D変換された後に、所定の制御手順に基づいて処理され、光学系100の焦点制御やトラッキング制御用の制御信号を出力する。なお、この制御手順については後述する。

【0054】この光ディスク装置においては、上記のRFヘッドアンプ31、エンベロープ検出部41、CPU50は、後述の合焦制御手段による残留焦点誤差（オフセット）量を最適値に調整するためのオフセット調整手段に相当する。

【0055】一方、サーボヘッドアンプ61は、光学系100内の、光ディスク10からの反射光を検出するサーボ信号用フォトダイオード119からの出力を、後段で処理するために必要な所定のレベルに増幅するものである。ここで増幅されたフォトダイオード119からの出力であるサーボ信号は、フォーカス誤差検出部62とトラッキング誤差検出部63に送られる。

【0056】フォーカス誤差検出部62は、サーボヘッドアンプ61で増幅されたフォトダイオード119からの出力に所定の演算を施し、光学系100の焦点制御を行うための誤差信号を発生するためのものである。ここで施される演算は、具体的には前述の（1）式で与えら

れるようなものである。

【0057】そして、位相補償部71では、フォーカス誤差検出部62からの誤差信号と、CPU50から送られるフォーカスバイアスプリセット値やフォーカスバイアス調整値などの制御信号に対して、アクチュエータ107の位相遅れ等に応じた位相補償が行われる。位相補償部71の出力に対して、増幅部72で必要な増幅が行われ、光学系100に戻される。

【0058】また、トラッキング誤差検出部63は、サーボヘッドアンプ61で増幅されたフォトダイオード119からの出力にトラッキング制御に必要な処理を施し、光学系100の焦点制御を行うための誤差信号を発生するためのものである。

【0059】そして、トラッキング誤差検出部63からの誤差信号には、位相補償部73で位相補償が施され、増幅部74で必要な増幅が行われた後に光学系100に戻される。

【0060】この光ディスク装置においては、上記のサーボヘッドアンプ61、フォーカス誤差検出部62、トラッキング誤差検出部63、位相補償部71、73、増幅部72、74が合焦制御手段を構成している。

【0061】上記の光ディスク装置のオフセット調整手段は、光ディスク10から読み出される再生RF信号の振幅が最大になるようにフォーカスサーボのオフセット量を制御する。この場合には、フォーカスサーボが作動している状態で対物レンズの位置（オフセット量）を故意に変化させながら再生RF信号をエンベロープ検波部41で再生RF信号をエンベロープ検波して、再生RF信号の振幅が最大になるように2軸アクチュエータ107を位置制御する。

【0062】なお、本実施の形態においては、焦点制御用の誤差信号を得るために非点収差法を用い、またトラッキング制御用の誤差信号を得るために作動プッシュプル（Differential Push-Pull; DPP）法を用いている。

【0063】次に、本発明の焦点制御方法の実施の形態について、図6に例示の光ディスク装置の構成および前述した光学系100の構成を参照しながら説明する。

【0064】図7は、図6の光ディスク装置において、光学系100の対物レンズを搭載したアクチュエータ107を光軸方向に周期的に移動させながら、フォーカスサーボのオフセット量の最適値を検出する動作を説明するためのものである。

【0065】図7（a）は、増幅部72から供給されるアクチュエータ107の駆動信号の波形の一例を示している。この例のように、アクチュエータ107が正弦波状の駆動電流により駆動されると、対物レンズと光ディスク100との間隔、すなわちフォーカスサーボのオフセット量も正弦波状に変化する。なお、この駆動信号の周波数は、フォーカスサーボループが有効なゲインをも

つ周波数帯域よりも十分低い周波数であり、例えば数10Hz～1kHz程度である。なお、フォーカスオフセット量を最適化するための情報は、対物レンズを光軸方向の任意の範囲を1回移動させることにより得られるが、周期的に繰り返して移動させることによりS/Nが高い制御信号をえることができる。また、この駆動信号によりアクチュエータ107が移動する距離は、±0.1μm程度である。

【0066】図7(b)は、図7(a)のような駆動信号によりアクチュエータ107が駆動されて対物レンズが移動したときの再生RF信号のエンベロープの変化を示している。フォーカスサーボのオフセット量が最適であれば、焦点が光ディスク10の信号記録面を中心にして変化するため、再生RF信号の振幅(エンベロープ)が最大になる。一方、対物レンズがディスクに最も近づいた点 t_1 と最も遠ざかった点 t_2 では、再生RF信号のエンベロープが極小になる。

【0067】ここで、対物レンズが移動する範囲の両端である t_1 点の振幅A(1)と t_2 点の振幅A(2)とが異なる場合には、正弦波の中心値がフォーカスオフセット量の最適値からずれていることを意味する。

【0068】この判別は、焦点が、光ディスク10の信号記録面よりも離れているか、または近づいているかを判断するものであり、振幅A(1)と振幅A(2)の大小関係が誤差信号の極性に対応する。従って、このことを利用して、 t_1 点の振幅A(1)と t_2 の振幅A(2)とが等しくなるようにオフセット量を調整すれば、光学系100のフォーカスオフセット量を最適化できる。

【0069】図6の光ディスク装置の光学系100のデフォーカス許容値は、実験結果から約±0.8μmである。このデフォーカス許容値に対して、上記の方法によれば、約100msでフォーカスオフセット量を最適値に調整できる。

【0070】なお、上述したフォーカスオフセット量の調整時には、対物レンズの作動距離WDが短いために、先玉レンズ104と光ディスク10との間のエアギャップ103も約100μmと非常に小さいことを考慮して、対物レンズユニットが光ディスク10に向かって移動しているときにフォーカス引き込み動作を行うように構成して、前玉レンズ104と光ディスク10が衝突することを防ぐようにする。このために、誤差信号FEの極性を参照して、光ディスク10が合焦位置よりも離れているか近づいているかの判断も行う必要がある。

【0071】なお、本実施の形態では、フォーカスサーボのオフセット量が最適値になったときに再生RF信号の振幅が最大になることを利用しているが、再生信号のジッタ(Jitter)値が最小になることを利用することもできる。

【0072】また、本発明の焦点制御方法および光ディ

スク装置は、記録密度を高めるためにランド部とグルーブ部の両方に信号を記録する光ディスクの記録再生にも好適である。

【0073】図8は、ランド部とグルーブ部を有する光ディスクの一部を示している。グルーブ部82は光ディスクに渦巻状に形成される案内溝であり、ランド部81はグルーブが形成されていない部分である。一般に、ランド部81に記録された信号とグルーブ部82に記録された信号との間の干渉(クロストーク)を避けるために、これらの幅はほぼ等しくされる。また、グルーブ部82の深さはλ/6程度である。

【0074】光ディスク10が、ランド部81とグルーブ部82の両方に信号を記録した光ディスクである場合には、まずランド部81において予め設定(プリセット)されたフォーカスオフセット量を用いて前述の手順によりフォーカスサーボの引き込み動作を行なう。そして、その後さらに上記の方法によってフォーカスサーボのオフセット量を微調整する。これは、ランド部81に対するオフセット量の最適値とグルーブ部に対するオフセット量の最適値とは異なるためである。

【0075】また、記録再生トラックをランド部81からグルーブ部82に切り換える場合には、プリセットされたフォーカスバイアス値を用いてグルーブ部82にトラックジャンプした後に、同様にフォーカスサーボのオフセット量の微調整を行なう。

【0076】なお、光磁気ディスクなどの記録可能な光ディスクに信号を記録する場合には、フォーカスサーボのオフセット調整を信号記録前にも行う必要がある。このとき、未記録の媒体を用いる場合には、プリフォーマットされているアドレス信号や同期引き込み用のSyncマークなどを流用して、これらの再生信号の振幅が最大になるようにフォーカスのオフセット量を最適化する。

【0077】図9は、以上説明したフォーカスサーボのオフセット量を最適化する手順を示すフローチャートである。

【0078】ステップST1では、光ディスクに記録されている信号が、ランド部に記録されているかグルーブ部に記録されているかを検出する。このとき、前述したようにフォーカスサーボの引き込みを行い、サーボループがオン状態で2軸アクチュエータ107に駆動電流を印加して対物レンズを光軸方向に移動させて、光ディスク10からの再生信号の品質が最良になる位置を検出する。

【0079】この動作は、光ディスクからの反射光が、目的の信号記録面からの反射光であることを確認するために行われるものである。一般に、光ディスクの表面は数%程度の反射率を有しているために、対物レンズを光ディスクに近づけて行くとディスク表面からの反射光が最初に検出される。このため、上記の操作を行わない

と、光ディスクの表面に対してサーボループの引き込みを行って合焦制御してしまう。また、DVD（デジタルビデオディスク）のように２層の信号記録層を有する光ディスクでは、第１の記録層と第２の記録層のどちらに対して合焦制御が行われているかを判断する必要があるためである。

【００８０】ステップＳＴ２では、フォーカスサーボのオフセット量を調整するための目標値であるフォーカスバイアス値をプリセット値に設定する。また、アクチュエータ１０７に正弦波の駆動信号を印加して、光軸方向に周期的に微動させる。

【００８１】ステップＳＴ３では、アクチュエータ１０７に正弦波状の駆動信号を印加して、対物レンズを周期的に微動させたときの再生ＲＦ信号の振幅（エンベロープ）の変化を検出する。この検出は、図７（ｂ）に示したように、 $A(1) > A(2)$ であるか、 $A(1) < A(2)$ であるかが判別される。そして、 $A(1) > A(2)$ であるときにはステップＳＴ４に進み、 $A(1) < A(2)$ であるときにはステップＳＴ６に進む。

【００８２】ステップＳＴ４では、フォーカスバイアス値を増加させる制御が行われる。これは、本実施の形態においては、 $A(1) > A(2)$ であることが、光ディスクが合焦位置よりも離れていることに相当するからである。

【００８３】ステップＳＴ５では、 $A(1) = A(2)$ になったかどうか判断される。 $A(1) = A(2)$ であるときにはステップＳＴ８に進み、 $A(1) = A(2)$ でない時には再びステップＳＴ３に戻る。

【００８４】一方、ステップＳＴ６では、フォーカスバイアス値を減少させる制御が行われる。これは、本実施の形態においては、 $A(1) < A(2)$ であることが、光ディスクが合焦位置よりも近づいていることに相当するからである。

【００８５】ステップＳＴ７では、 $A(1) = A(2)$ になったかどうか判断される。 $A(1) = A(2)$ であるときにはステップＳＴ８に進み、 $A(1) = A(2)$ でない時には再びステップＳＴ３に戻る。

【００８６】ステップＳＴ８では、 $A(1) = A(2)$ とするフォーカスバイアス値を固定する。そして、アクチュエータへの正弦波の印加を停止して通常の再生状態になる。なお、ステップＳＴ１の操作を省略すると、グループを有する光ディスクでは、 $A(1) = A(2)$ になった場合でもフォーカスオフセット量が最適でないことがある。これは、非点収差法を用いて合焦制御を行う場合に、平面でない光ディスクからの回折光の影響を受けるためである。

【００８７】以上の手順により、光学系１００のフォーカスサーボのオフセット量を最適値に調整できる。

【００８８】なお、以上の説明では、光ディスクが光磁気ディスクであるとして説明したが、本発明は、相変化光ディスク、追記型光ディスクなど種々の光ディスクにも適用可能であることはもちろんである。

【００８９】

【発明の効果】本発明によれば、開口数が０．６を超える非球面２群対物レンズにより収束される光ビームの焦点と記録媒体の信号記録面とのオフセット量を、上記記録媒体から再生される信号に応じて調整するようにしたため、従来の対物レンズ用アクチュエータを用いてフォーカスサーボオフセット量を最適値に自動調整できる焦点制御装置および方法を提供できる。

【００９０】また、本発明によれば、グループ部とランド部の両方を用いたり、複数の記録層を用いる高記録密度の光ディスクの記録再生を行うことができる光ディスク装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の光ディスク装置の光ビームの焦点制御を行う部分の基本的な構成を示すブロック図である。

【図２】本発明の光ディスク装置の光学系の構成例を示す図である。

【図３】先玉レンズと対物レンズとから構成される２群レンズの詳細を示す図である。

【図４】非点収差法において光ディスクからの反射光を受光して焦点誤差を検出するために用いられる光検出器の構造を示す図である。

【図５】焦点制御に用いられる信号を説明するための図である。

【図６】本発明の光ディスク装置の一構成例を示すブロック図である。

【図７】対物レンズを光軸方向に周期的に移動させながら、フォーカスサーボのオフセット量の最適値を検出する動作を説明するための図である。

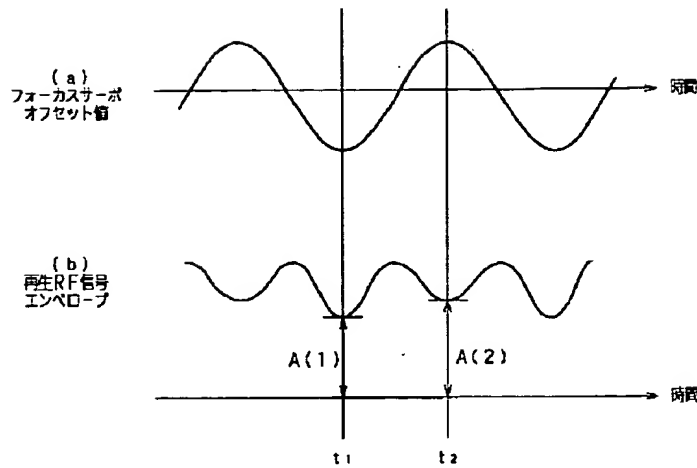
【図８】光ディスクのグループ部とランド部について説明するための図である。

【図９】本発明の焦点制御方法の手順を示すフローチャートである。

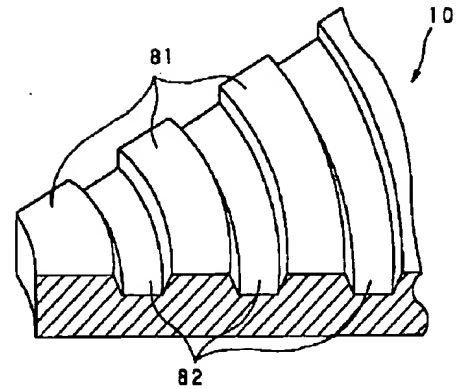
【符号の説明】

１０ 光ディスク、 ２０ スピンドルモータ、 ３０ ＲＦ信号ヘッドアンプ、 ４０ エンベロープ検波部、 ５０ ＣＰＵ、 ６１ サーボヘッドアンプ、 ６２ フォーカス誤差検出部、 ６３、 ６６ 位相補償部、 ６４、 ６７ 増幅部、 ６５ トラッキング誤差検出部

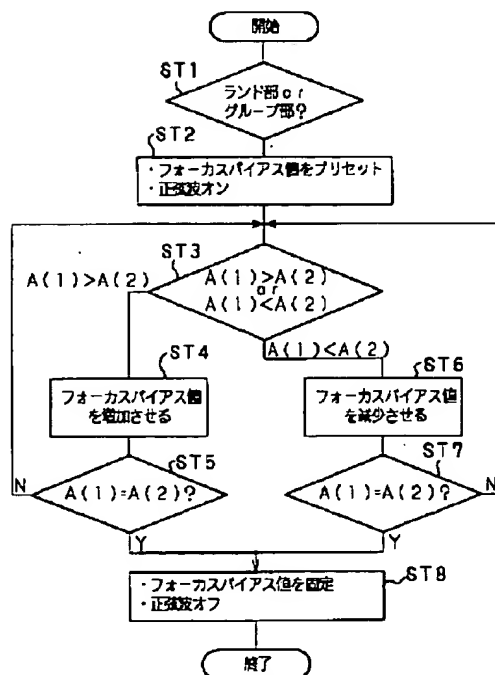
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72) 発明者 大里 深
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 渡辺 俊夫
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内